

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B29B 15/12	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/28266 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Oktober 1995 (26.10.95)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/01476 (22) Internationales Anmeldedatum: 19. April 1995 (19.04.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 13 501.7 19. April 1994 (19.04.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INSTITUT FÜR VERBUNDWERKSTOFFE GMBH [DE/DE]; Erwin-Schrödinger-Strasse, D-67663 Kaiserslautern (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LUTZ, Andreas [DE/DE]; Gothaer Strasse 3, D-67669 Kaiserslautern (DE). (74) Anwälte: LANG, Friedrich usw.; Weber & Heim, Irmgard-strasse 3, D-81479 München (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: FI, JP, NO, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR IMPREGNATING FIBRE BUNDLES

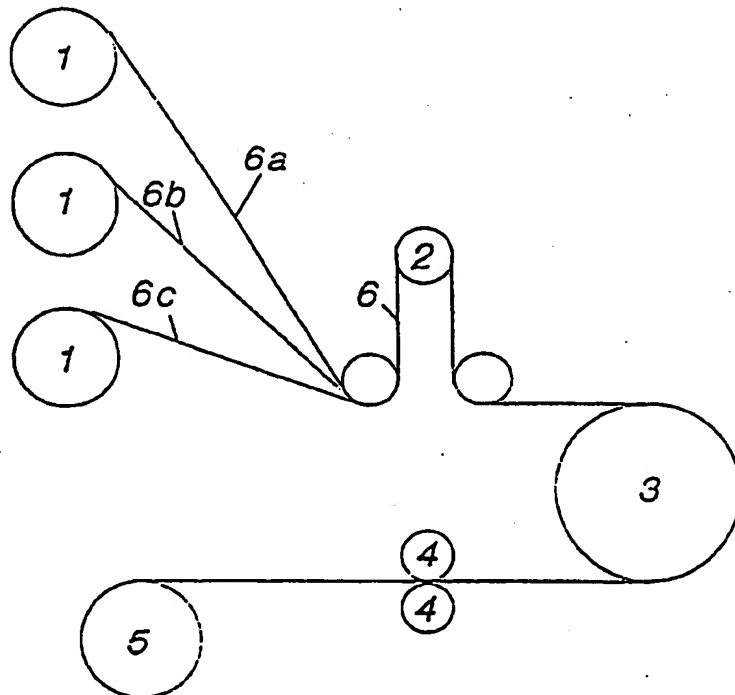
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR FASERBÜNDELMIMPREGNIERUNG

(57) Abstract

The invention concerns a process for impregnating fibre bundles, where the fibre bundle (6) is placed on a support (65) which, together with the fibre bundle, is conveyed past an impregnation device (32). In this process, the fibre bundle is supported during the impregnation operation, resulting in a fibre-reinforced synthetic material in which fibre breaks during the manufacturing process are largely eliminated. One possible embodiment is an impregnation wheel (3) to accommodate the fibre bundle and carry it past an impregnation device.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Faserbündelimpregnierung, bei dem das Faserbündel (6) auf einer Trageinrichtung (65) aufgelegt wird und die Trageinrichtung zusammen mit dem aufliegenden Faserbündel an einer Imprägniereinrichtung (32) vorbeigeführt wird. Bei diesem Verfahren wird das Faserbündel während des Imprägniervorganges gestützt und dadurch ein faserverstärkter Kunststoff hergestellt, bei dessen Herstellung Faserbrüche weitgehend vermieden wurden. Eine der verschiedenen möglichen Umsetzungen des Erfindungsgedankens besteht aus einem Imprägnierad (3), welches das Faserbündel aufnimmt und an einer Imprägniereinrichtung vorbeiführt.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Verfahren und Vorrichtung zur Faserbündelimplägnierung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Faserbündelimplägnierung, bei dem das Faserbündel von einem Matrixwerkstoff durchtränkt wird.

Ein solches Verfahren ist aus der EP 0 415 517 B1 bekannt. In dieser Druckschrift wird eine Technik mit einer einseitigen Implägnierrichtung beschrieben, bei der ein erhöhter Systemdruck des flüssigen Matrixwerkstoffs quer zum Faserbündel abgebaut wird. Das Faserbündel wird dabei über einen Düsenkopf gezogen und der Matrixwerkstoff quer zur Bewegungsrichtung des Bündels durchgedrückt. Bei diesem Verfahren ist die tribologische Beanspruchung des Faserbündels hoch und die Qualität des hergestellten Materials kann durch eine Vielzahl von einzelnen Filamentbrüchen im Faserbündel vermindert werden. Die Filamente in einem Faserbündel liegen oft als Häufungen, d.h. nicht gleichmäßig über die Faserbündelquerschnittsfläche verteilt, vor.

Diese ungleichmäßige Verteilung kann dazu führen, daß die strömende Matrixschmelze das Faserbündel spaltet und infolgedessen die Matrix durch die Spalte und nicht durch das zu implägnierende Faserbündel strömt. Auch ohne die Spaltung des Faserbündels sucht sich die Matrix immer den Weg des kleinsten Widerstandes, d.h. sie durchdringt das Faserbündel nur dort, wo die Faserbündeldicke am kleinsten ist. Dies bedeutet, daß Stellen mit vielen aufeinanderliegenden Filamentschichten nur ungenügend implägniert werden.

- 2 -

Probleme beim Imprägnieren sind die hohen Viskositäten der Matrixwerkstoffe und die hohe Bruchempfindlichkeit der einzelnen Filamente innerhalb des Faserbündels. Die einzelnen Filamente liegen sehr dicht beieinander und es erweist sich als schwierig, alle Filamente rundherum gleichmäßig mit Matrixmaterial zu imprägnieren. Es gilt zu verhindern, daß innerhalb des imprägnierten Faserbündels, das auch als Bändchen oder Tape bezeichnet wird, Lufteinschlüsse oder Bereiche unzureichender Benetzung entstehen, die die Festigkeit, Steifigkeit und andere mechanische Kennwerte des Faserbündels stark vermindern.

Der Erfindung liegt die **A u f g a b e** zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem eine besonders gute Imprägnierung des Faserbündels oder einer anderen Vorform der Faser (z.B. Fasermatten) bei hohem Durchsatz stattfindet und zugleich Filamentbrüche weitgehend vermieden werden können. Außerdem soll eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahren geschaffen werden.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

Nach dem Grundgedanken der Erfindung wird das Faserbündel während des Imprägniervorgangs auf einem Träger mitgeführt. Das Faserbündel wird von dem Träger gestützt und an der Imprägniereinrichtung vorbeigeführt. Es kommt also nicht zu einer Relativbewegung zwischen dem Faserbündel und feststehenden Teilen der Imprägniereinrichtung. Dadurch werden Abrasionsprozesse und eine hohe tribologische Beanspruchung des Faserbündels sowie des Imprägnierwerkzeuges vermieden. Durch die stützende Wirkung des Trägers wird das Faser-

bündel auch bei hohem Imprägnierdruck wirkungsvoll entlastet. Durch die Verwendung einer Trageinrichtung werden Filamentbrüche weitgehend vermieden, und damit wird die Qualität des imprägnierten Faserbündels verbessert.

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird das Faserbündel durch zusätzliche Maßnahmen auf der Trageinrichtung festgehalten. Dadurch entsteht ein besonders guter Kontakt zwischen Auflagefläche und Faserbündel, wodurch das Faserbündel besonders gut gegen eine Druckbelastung während des Imprägniervorgangs geschützt ist. Dies kann durch eine einfache Spannung des Faserbündels, z.B. durch eine Führung des Faserbündels über eine gebremste Rolle, erreicht werden.

Eine Zuführung des Matrixwerkstoffes zu dem Faserbündel geschieht wie folgt: Der Matrixwerkstoff wird im flüssigen Zustand mit Hilfe eines im Fördergerät (Extruder) aufgebauten Druckes durch eine durchlässige Auflagefläche hindurch gepreßt, um dann weiter durch das Faserbündel geführt zu werden. Auch eine Zuführung des Matrixwerkstoffs von der anderen Seite, also zunächst durch das Faserbündel und dann durch die Trageinrichtung, ist möglich wenn das beschriebene Prinzip der gleichmäßigen Durchströmung nicht angewendet wird. In beiden Fällen erfüllt die Trageinrichtung ihre Stützfunktion.

Zur Verminderung des Drucks ist es von Vorteil, wenn der Imprägniervorgang auf einem möglichst großen Bereich stattfindet. Denn dann kann die Imprägnierung bei gleichbleibender Qualität mit geringem Druck durchgeführt werden und so ein faserverstärkter Kunststoff mit sehr wenigen Filamentbrüchen hergestellt werden.

Prinzipielle Vorteile dieses Verfahrens sind, daß das Faserbündel während des Imprägniervorgangs keine Abrasion

aufgrund von Relativbewegungen zwischen Faserbündel und Imprägnierstation erleidet, weil gemäß der Erfindung praktisch jegliche Relativbewegung zwischen Filamenten des Faserbündels und Bauteilen der Imprägnierstation vermieden werden. Es ist möglich, den Volumenprozentanteil von Faser zu Matrixwerkstoff in weiten Bereichen zu regeln. Außerdem ist es mit diesem Verfahren möglich, eine sehr hohe Ausbringungsmenge zu erreichen und den Matrixüberfluß auf einem sehr niedrigen Niveau zu halten. Durch die beschriebene Ausführung der Trageinrichtung ist eine vollständige Imprägnierung, auch bei ungleichmäßiger Filamentverteilung über die Breite des Faserbündels gewährleistet.

In einer besonders vorteilhaften Ausbildung der Erfindung wird ein Imprägnierrad als Trageinrichtung verwendet. Bei einem Imprägnierrad mit feststehender Nabe ist nur die Lauffläche drehbar und für den flüssigen Matrixwerkstoff durchlässig gestaltet. Da sich die Lauffläche mit der Abzugsgeschwindigkeit des Faserbündels dreht, kommt es zu keiner Relativbewegung zwischen Untergrund und Faserbündel. Die Filamente reiben sich nicht an feststehenden Maschinenteilen, auf Abrasion beruhende Filamentbrüche können nicht auftreten.

Die Imprägniereinrichtung und weitere Vorrichtungen zur Verfahrensdurchführung können im Bereich der feststehenden Nabe des Rades angeordnet werden. Der gegenüber einer kleinen Düse aufgeweitete Imprägnierbereich erlaubt einen kleineren Imprägnierdruck. Die Fasern erfahren keinen Druckstoß, wie an einer Imprägnierdüse, sondern werden sanft bis zum Erreichen des gewünschten Imprägniergrades am Ende des Imprägnierbereiches durchtränkt. Der Durchsatz kann durch die zeitliche Verlängerung des Imprägnierprozesses, d.h. der Imprägnierzeit, das durch eine Vergrößerung des Imprägnierreddurchmessers geschehen kann, beliebig gesteigert werden.

- 5 -

Eine weitere Steigerung des Durchsatzes wird dadurch erreicht, daß man mehrere Faserbündel nebeneinander, d.h. parallel auf dem Imprägnierrad führt; und gleichzeitig das Rad in der Breite für mehrere nebeneinanderliegende Bündel entsprechend auslegt. Auch auf dieser Art kann der Durchsatz beliebig gesteigert werden.

Der Weg der flüssigen Matrix vom Inneren des Imprägnierwerkzeuges bis zu dem Faserbündel, d.h. die Verweilzeit der schmelzflüssigen Matrix im Imprägnierwerkzeug, ist kurz. Dies bedeutet, daß die Gefahr, daß aufgrund langer Temperierung der Matrix eine Beschädigung, z.B. in Form einer thermischen Degradierung stattfinden könnte, gering ist. Aufgrund der offenen Konstruktion ist ein schneller Zugriff zu allen Komponenten möglich und die Einrichtezeit dementsprechend kurz.

In einer Weiterentwicklung der Erfindung werden die Faserbündel vor dem Imprägnieren erwärmt, dies kann z.B. durch heiße Luft geschehen. Die Ablösung des imprägnierten Faserbündels kann ebenfalls durch den Zustrom temperierter Luft, die unter erhöhtem Druck steht, verbessert werden.

In einer anderen Weiterentwicklung kann man mehrere Imprägnierräder nacheinander schalten, die sich auch gegensinnig drehen können. Dies kann in manchen Fällen von Vorteil sein und kann auch zur weiteren Durchsatzsteigerung infolge schnellerer Abzugsgeschwindigkeiten der Faserbündel führen.

In einer anderen Weiterentwicklung der Erfindung wird in dem Bereich der Trageinrichtung, die nicht von dem Faserbündel belegt ist, eine Einrichtung zum Säubern der Lauffläche angebracht. So steht immer eine gut vorbereitete Lauffläche zur Aufnahme des Faserbündels bereit, die fast keine Matrixreste mehr aufweist.

In anderen Ausführungsformen kann die Trageinrichtung beispielsweise aus einem umlaufenden Band oder umlaufenden Kettengliedern oder aus einer Auflagefläche mit einer Rückführeinrichtung bestehen.

Häufig benutzte Faserwerkstoffe sind Glas-, Kohlenstoff- (Carbon-) oder Aramidfasern. Gebräuchliche Matrixwerkstoffe sind Duromere und Thermoplaste. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch nicht auf diese Materialien beschränkt, sondern kann auf eine Vielzahl von Materialien bei der Herstellung von faserverstärkten Werkstoffen angewandt werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung weiter erläutert. Im einzelnen zeigen die Darstellungen in:

Fig. 1 einen schematisch dargestellten Gesamtaufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Imprägnierrades in einer Seitenansicht;

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung eines Imprägnierrades;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines umlaufenden Imprägnierbandes;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Trageinrichtung mit Rückführeinrichtung;

Fig. 6 eine schematische Darstellung der Durchströmung eines homogenen Körpers;

Fig. 7 eine schematische Darstellung der Durchströmung einer durchlässigen Trageinrichtung und

Fig. 8 eine schematische, teilgeschnittene Ansicht eines Imprägnierrades mit einer Ausschnittsvergrößerung.

In Fig. 1 ist ein schematisierter Gesamtaufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Der Imprägnierprozeß beginnt falls nötig mit dem Zusammenführen von kleinen Faserbündeln. Diese werden von Halterungen 1 zugeführt. Die Anzahl der benötigten kleinen Faserbündel richtet sich nach der gewünschten Stärke des fertigen Faserbündels. In der zeichnerischen Ausgestaltung sind drei kleine Faserbündel 6a, 6b und 6c dargestellt. Das zusammengeführte Faserbündel 6 kann durch eine Umlenkung des Faserbündels über eine gebremste Rolle 2 auf eine geforderte Zugspannung gebracht werden.

Sodann beginnt der Wirkungsbereich der erfindungsgemäßen Imprägnierstation, die in Fig. 1 als Imprägnierrad 3 ausgebildet ist. Nach dem eigentlichen Imprägniervorgang kann eine Formeinrichtung 4 zur Verfügung stehen, mit der das Faserbündel nachgeformt werden kann, um dann als fertig imprägniertes Faserbündel auf eine Rolle 5 aufgerollt zu werden. Das imprägnierte Faserbündel kann auch direkt nach dem Verlassen des Imprägnierrades weiter verarbeitet werden.

In Fig. 2 wird in einer schematischen Darstellung des Imprägnierrades die Funktionsweise des Imprägnierrades dargestellt. Das Faserbündel 6 läuft auf der sich mit gleicher Geschwindigkeit drehenden Lauffläche 35. Der Nabenbereich ist feststehend. Der erste Bereich 31 dient der Erwärmung des ankommenden Faserbündels. Dort strömt angewärmte Luft durch die Lauffläche an das Faserbündel. Der eigentliche Imprägniervorgang geschieht im zweiten Bereich 32. Dort wird der flüssige Matrixwerkstoff mit erhöhtem Druck durch

die Lauffläche und durch das zu imprägnierende Faserbündel gedrückt, bis der gewünschte Imprägnierungsgrad Ende des Bereiches erreicht wird. Da der Imprägniervorgang über einen großen Winkelbereich stattfindet, ist genügend Imprägnierzeit zur vollständigen Imprägnierung vorhanden. Das hat zur Folge, daß der benötigte Matrixdruck, der senkrecht gegen das Faserbündel wirkt, so klein wie möglich gehalten werden kann. Ein geringer Innendruck reduziert auch die nötige Faserbündelspannung. Zum anderen kann der Durchsatz mittels erhöhter Drehgeschwindigkeit der Lauffläche 35 gesteigert werden. Im dritten Bereich 33 findet der Ablöseprozeß des imprägnierten Faserbündels von der Lauffläche 35 statt. Mit temperierter Luft und erhöhtem Druck und durch die gegebene Abzugsrichtung kann das Faserbündel die Lauffläche 35 verlassen. Im letzten Bereich 34 liegt kein Faserbündel auf der Lauffläche 35. Diese kann wieder zur Aufnahme des Faserbündels vorbereitet werden. Die einzelnen Bereiche sind als in sich abgeschlossene Kammern zu verstehen, deren Wandungen zum einen aus den geformten Bereichen der feststehenden Nabe, zum anderen aus der sich in Faserbündelgeschwindigkeit drehenden Lauffläche bestehen. Die benötigten Medien werden von außen durch Stutzen in die Kammer zugeführt.

In Fig. 3 ist das Imprägnierrad in einer Draufsicht-Darstellung gezeigt. Die Lauffläche 35 ist für den flüssigen Matrixwerkstoff durchlässig und drehbar gestaltet. Die Breite der Lauffläche entspricht der des gewonnenen Faserbündels. Die Randbereiche sind etwas erhöht ausgebildet. Durch die Zuführungseinrichtung 31a wird angewärmte Luft in den Bereich 31 geleitet. Durch die Zuführungseinrichtung 32a wird der flüssige Matrixwerkstoff zu der Imprägniereinrichtung geleitet. Temperierte Luft mit erhöhtem Druck wird durch die Zuführungseinrichtung 33a in den Bereich 33 geleitet.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Ein umlaufendes Band 45, das auch aus Kettengliedern aufgebaut sein kann, läuft über zwei (oder mehr) Rollen 41. Das Faserbündel 6 wird von dem umlaufenden Band 45 aufgenommen und an der Imprägniereinrichtung 42 vorbeigeführt. In der hier gezeigten Ausführungsform wird der Matrixwerkstoff von oben, also zunächst durch das Faserbündel und dann durch die Auflagefläche, gedrückt. Auch hier ist es von Vorteil, wenn die Auflagefläche durchlässig für den Matrixwerkstoff ist.

In Fig. 5 wird das Faserbündel 6 mit einer Trageinrichtung 55 an der Imprägniereinrichtung 42 vorbeigeführt. Die Trageinrichtung 55 bewegt sich zunächst mit der Geschwindigkeit des Faserbündels 6 und wird dann von einer Rückföhreinrichtung 56 zunächst ein Stück nach unten bewegt und dann mit großer Geschwindigkeit an die Ausgangsposition zurück. Durch eine geschickte Steuerung der Rückföhreinrichtung 56 in Verbindung mit einer zeitlichen und/oder räumlichen Steuerung der Imprägniereinrichtung 42 kann erreicht werden, daß jeder Teil des Faserbündels gleichmäßig imprägniert wird, während er von unten abgestützt wird.

In Fig. 6 wird allgemein dargestellt, wie Fluide einen homogenen Körper durchströmen. Dabei ist ein homogener Körper 60 dargestellt, der durch ein Fluid von unten durchströmt wird. Die Pfeile 62 deuten die Fließrichtung an und entsprechen der Imprägniereinrichtung, die einen Matrixwerkstoff zuführt. Die Pfeile 61 zeigen an, daß das Fluid aus der Austrittsfläche des homogenen Körpers 60 gleichmäßig hervortritt, da dieser über sein gesamtes Volumen einen homogenen Durchdringungswiderstand besitzt.

Unter Bezug auf Fig. 7 wird die Bedeutung des Prinzips der gleichmäßigen Durchströmung bei der Faserbündel Imprägnierung beschrieben. Ein Faserbündel 6, das von einem Roving oder einer Halterung 1 abgewickelt wird, besteht aus sehr vielen Fasern, die auch als Filamente bezeichnet werden. Bei näherer Betrachtung eines Faserbündels 6 ist zu erkennen, daß die Filamente nicht gleichmäßig über der Breite neben- und übereinander liegen. Es gibt Bereiche 64, in denen sich die Filamentebenen häufen. Diese Filamenthäufungen 64 liegen längs eines Faserbündels an verschiedenen Stellen der Querschnittsfläche. Für die Imprägnierung bedeutet dies, daß der Durchdringungswiderstand eines Faserbündels über dessen Querschnitt für den schmelzflüssigen Matrixwerkstoff nicht konstant ist. In Bereichen von Filamenthäufungen ist der Durchdringungswiderstand hoch, während er in Bereichen 63, die nur aus wenigen Filamentebenen bestehen, eher klein ist. Außerdem besteht die Möglichkeit, daß der Matrixwerkstoff das Faserbündel 6 beim Durchdringen an einer dünnen Stelle 63 spaltet, woraufhin ein Großteil des Matrixwerkstoffes durch diesen Spalt im Faserbündel 6 fließt und damit der aufgebaute Druck des Matrixwerkstoffes nachläßt. Eine Imprägnierung an Stellen mit Filamenthäufungen 64 kann so nicht mehr stattfinden. Da die Filamentverteilung eines Faserbündels 6 nur zum Teil egalisiert werden kann, bietet der unter Bezugnahme auf Fig. 7 und 8 beschriebene Aufbau eine gute Möglichkeit, einen hohen Imprägnierungsgrad unabhängig von der Dickenverteilung der Filamentebenen zu gewährleisten. Einer dementsprechend gestalteten Trageinrichtung kommt ein eigenständiger Erfindungscharakter zu.

Dieser Fall ist nun in Fig. 7 dargestellt. Das zu imprägnierende Faserbündel 6 wird fest mit einem homogenen porösen Körper 65 verbunden, der ein Teil der Tragein-

- 11 -

richtung sein kann und zur Aufnahme des Faserbündels und durchlässig für den flüssigen Matrixwerkstoff ausgebildet ist. Verbindet man diesen Körper 65 fest mit dem zu imprägnierenden Faserbündel 6, dessen Durchdringungswiderstand deutlich kleiner und ungleichmäßig verteilt vorliegt, so wird auch das Faserbündel mit einer gleichmäßigen Fließfront durchströmt. Dies beruht auf der Tatsache, daß in dem Faserbündel 6 der Matrixwerkstoff mit konstantem Druck und Fließgeschwindigkeitsbedingungen eintreten kann. Die Fließfront strömt gleichmäßig durch das Faserbündel 6, vorausgesetzt, daß dieses nicht allzu dick ist, verglichen mit der Dicke des homogenen Körpers 65. Der Körper 65 oder der Teil der Trageinrichtung, der das Faserbündel 6 aufnimmt, muß also einen konstanten Durchdringungswiderstand aufweisen, der größer ist als der des zu imprägnierenden Faserbündels. Dadurch wird das Faserbündel 6 in radialer Richtung mit einer kontinuierlichen, von der Filamentverteilung des Faserbündels unabhängigen gleichmäßigen Matrixwerkstofffließfront durchströmt. Realisiert wird dies, indem der Körper 6 als ein Zylinderabschnitt mit hohem Durchdringungswiderstand ausgebildet wird.

In Fig. 8 ist die in Fig. 6 und 7 beschriebene Durchströmung des Faserbündels auf ein in der Fig. 2 beschriebenes Imprägnierrad dargestellt. Dabei besteht die Lauffläche 35 des Imprägnierrades aus einer homogenen Schicht eines Materials mit einem hohen Durchdringungswiderstand. Die Lauffläche 35 wird von innen durch den flüssigen Matrixwerkstoff durchsetzt, der in der Ausschnittsvergrößerung mit dem Bezugszeichen 68 gekennzeichnet ist. Durch die Ausbildung der Lauffläche 35 entsteht eine gleichmäßige Fließfront, so daß das außenliegende Faserbündel 6 gleichmäßig durchströmt wird. Dies geschieht unabhängig davon, ob das Faserbündel 6 eine gleichmäßige oder ungleichmäßige Dickenverteilung aufweist.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Faserbündelimplägnierung, bei dem das Faserbündel von einem Matrixwerkstoff durchtränkt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserbündel auf eine Trageinrichtung aufgelegt wird und daß die Trageinrichtung zusammen mit dem aufliegenden Faserbündel an einer Imprägniereinrichtung vorbeigeführt wird.
2. Verfahren zur Faserbündelimplägnierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Fixieren des Faserbündels eine Zugspannung auf das Faserbündel ausgeübt wird.
3. Verfahren zur Faserbündelimplägnierung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserbündel vor dem Imprägniervorgang erwärmt wird.
4. Verfahren zur Faserbündelimplägnierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Matrixwerkstoff durch die Trageinrichtung zu dem Faserbündel geführt wird.

5. Vorrichtung zur Faserbündel Imprägnierung mit einer Imprägniereinrichtung zur Durchtränkung des Faserbündels mit einem Matrixwerkstoff, dadurch gekennzeichnet, daß eine Trageinrichtung zur Aufnahme des Faserbündels (6) vorgesehen ist, daß die Trageinrichtung beweglich ist und daß die Trageinrichtung im Bereich der Imprägniereinrichtung angeordnet ist.
6. Vorrichtung zur Faserbündel Imprägnierung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trageinrichtung ein Rad (3) ist, welches einen feststehenden Nabenbereich (31,32,33,34) und eine drehbare Lauffläche (35) aufweist.
7. Vorrichtung zur Faserbündel Imprägnierung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trageinrichtung zur Aufnahme und Imprägnierung mehrerer parallel geführter Faserbündel ausgebildet ist.
8. Vorrichtung zur Faserbündel Imprägnierung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Trageinrichtungen hintereinandergeschaltet sind, und daß sich die Trageinrichtungen gegensinnig zueinander bewegen, um eine Imprägnierung von beiden Seiten des Faserbündels zu ermöglichen.

9. Vorrichtung zur Faserbündelimplägnierung, bei welcher das Faserbündel von einem Matrixwerkstoff durchtränkt wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Trageinrichtung zur Aufnahme des Faserbündels (6) vorgesehen ist,
daß der zur Aufnahme des Faserbündels (6) ausgebildete Bereich (35, 45, 55, 65) der Trageinrichtung für den Matrixwerkstoff durchlässig ist,
daß dieser Bereich (35, 45, 55, 65) homogen ausgebildet ist, so daß der Durchdringungswiderstand für den Matrixwerkstoff konstant ist, und
daß dieser Bereich (35, 45, 55, 65) einen für den Matrixwerkstoff hohen Durchdringungswiderstand aufweist, der insbesondere höher ist als der des aufgelegten Faserbündels (6).
10. Vorrichtung zur Faserbündelimplägnierung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der zur Aufnahme des Faserbündels, ausgebildete, für den Matrixwerkstoff durchlässige Bereich der Trageinrichtung als ein Zylinderabschnitt mit hohem Durchdringungswiderstand ausgebildet ist.

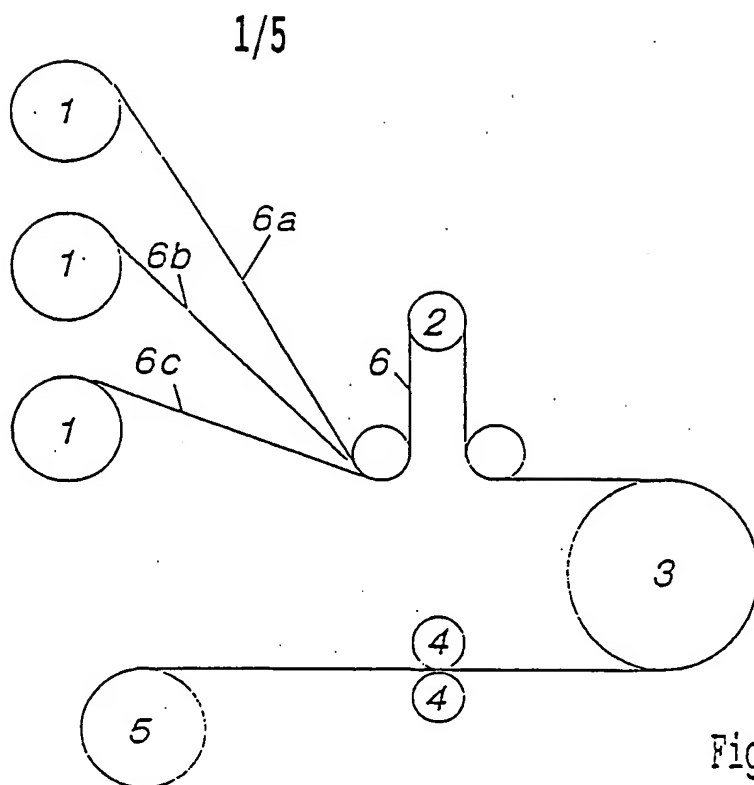


Fig. 1

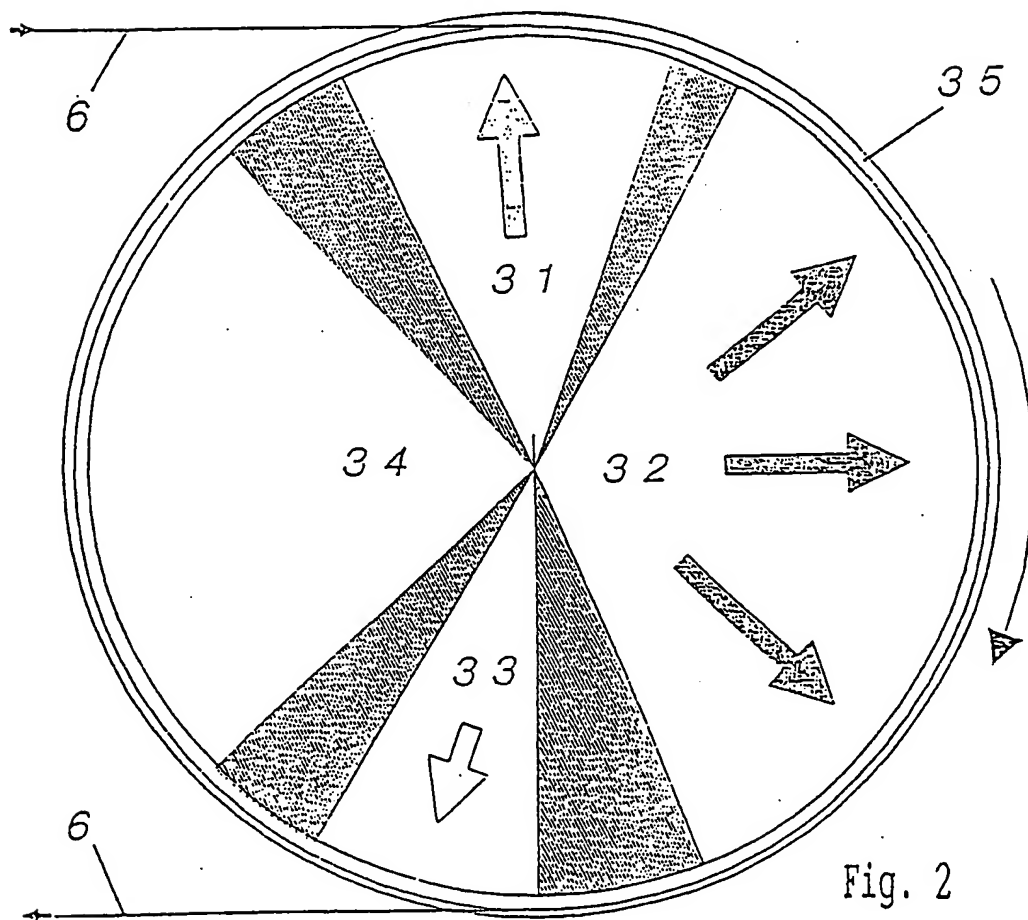


Fig. 2

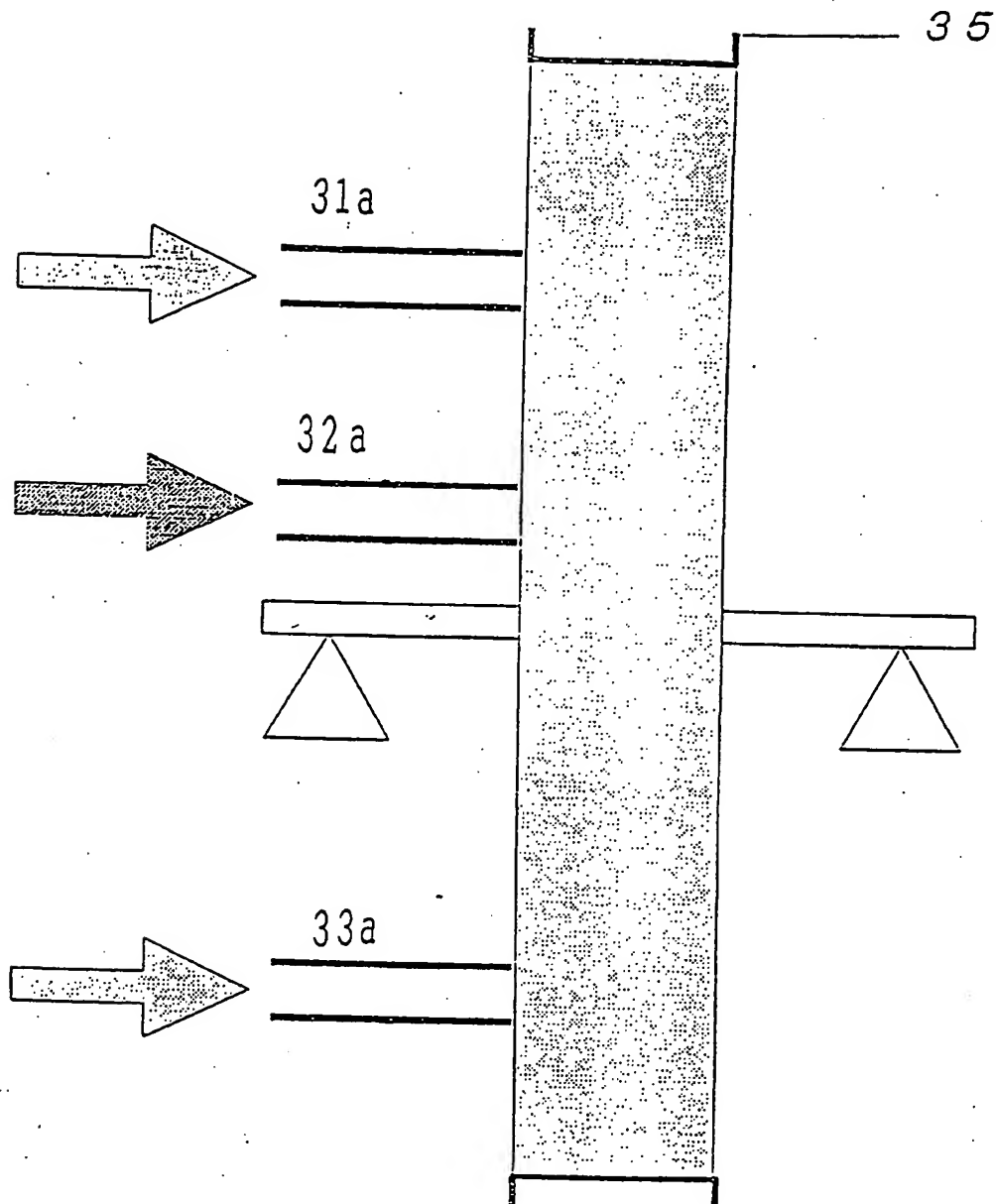


Fig. 3

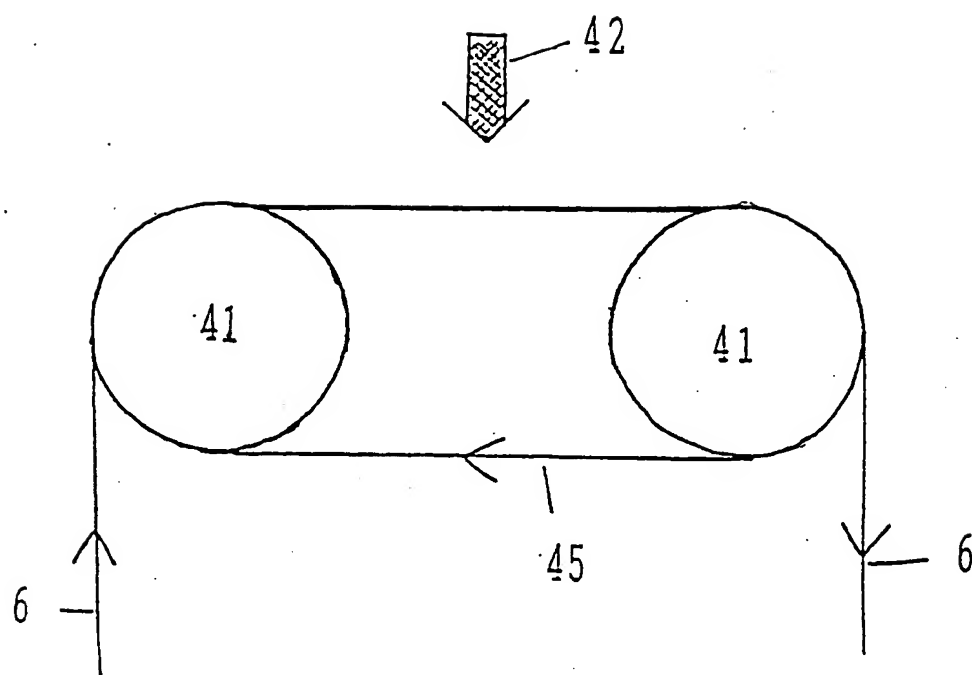


Fig. 4

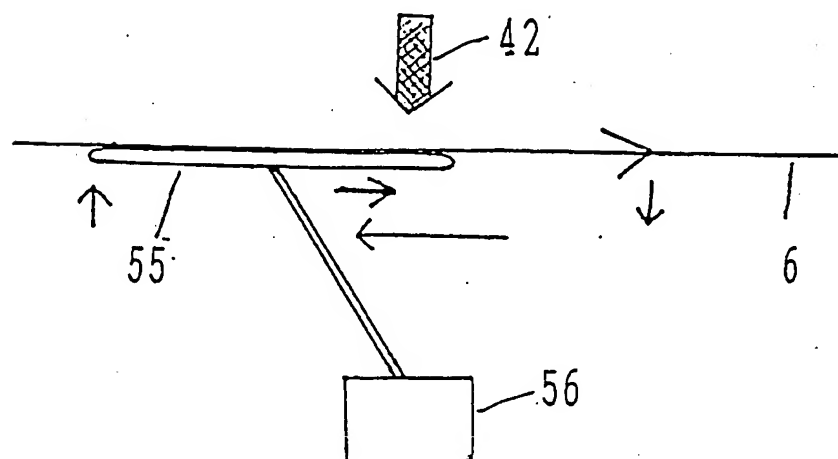


Fig. 5

4 / 5

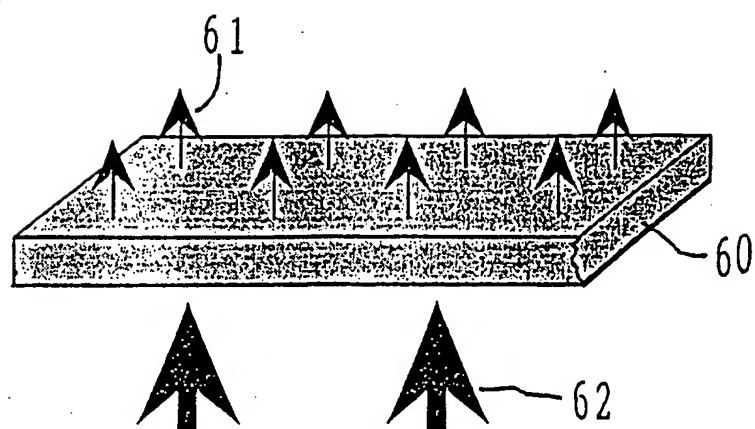


Fig. 6

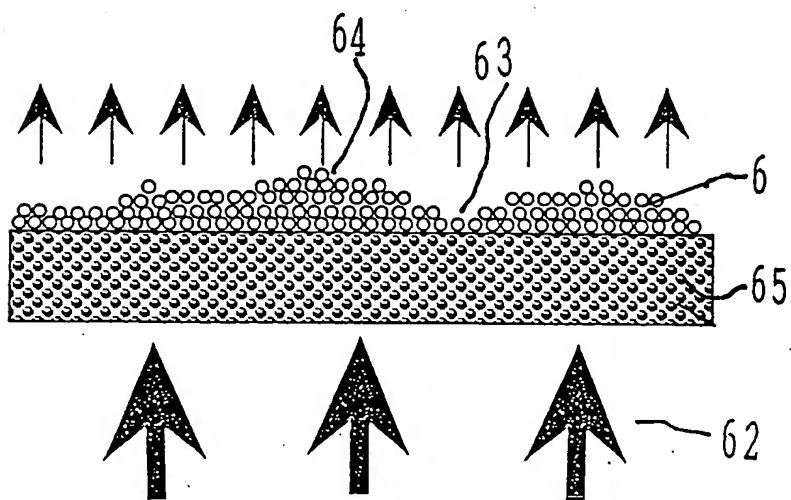


Fig. 7

5 / 5

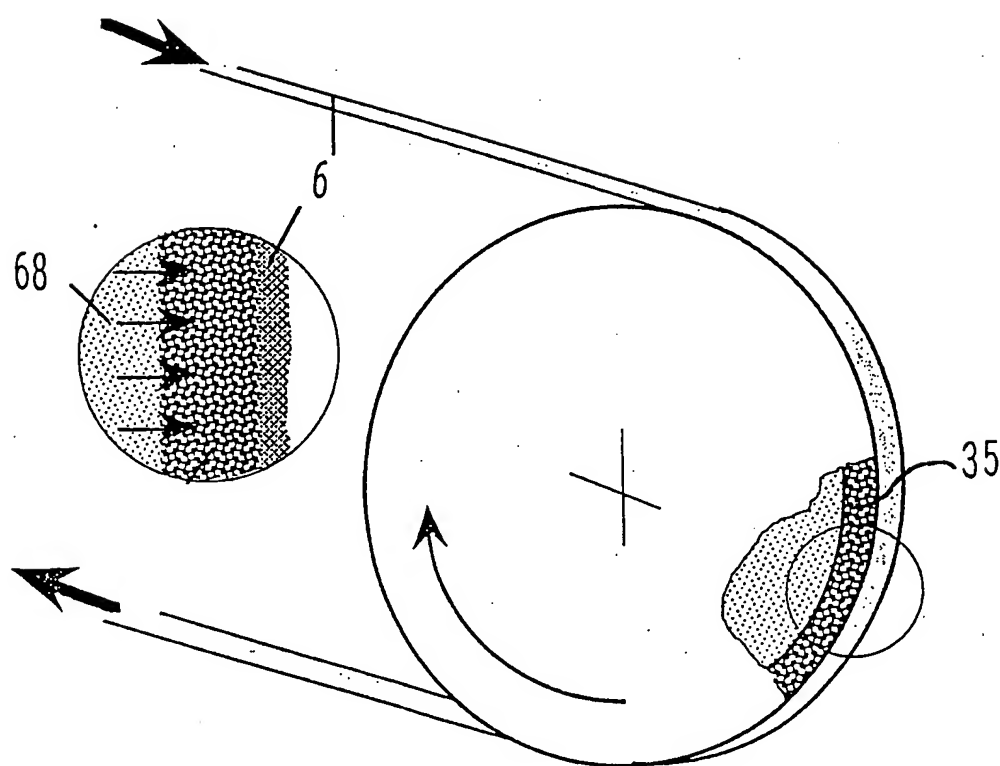


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 95/01476

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B29B15/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B29B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB,A,2 229 136 (NPD CORP.) 19 September 1990 see page 11, line 13 - line 33; figures 1,2 see page 14, line 3 - line 25 ---	1,4,5
A	EP,A,0 140 532 (ELFIN CORP.) 8 May 1985 see page 6, line 26 - page 8, line 13; figure 2 ---	1,4,5,8
A	CH,A,439 205 (CIBA AG) 15 December 1967 see the whole document ---	1,2,5-7
A	EP,A,0 167 303 (E. I. DU PONT DE NEMOURS) 8 January 1986 see the whole document -----	1-3,5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 1995

Date of mailing of the international search report

30.08.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fregosi, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 95/01476

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2229136	19-09-90	US-A- 4968534	06-11-90
		CA-A- 2007826	17-07-90
		US-A- 5094886	10-03-92

EP-A-140532	08-05-85	US-A- 4494436	22-01-85
		DE-A- 3472378	04-08-88

CH-A-439205		NONE	

EP-A-167303	08-01-86	US-A- 4640861	03-02-87
		CA-A- 1258358	15-08-89
		DE-A- 3562333	01-06-88
		DK-B- 168732	30-05-94
		JP-A- 61040113	26-02-86
		KR-B- 9406643	25-07-94
		US-A- 4720366	19-01-88

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B29B15/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B29B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB,A,2 229 136 (NPD CORP.) 19.September 1990 siehe Seite 11, Zeile 13 - Zeile 33; Abbildungen 1,2 siehe Seite 14, Zeile 3 - Zeile 25 ---	1,4,5
A	EP,A,0 140 532 (ELFIN CORP.) 8.Mai 1985 siehe Seite 6, Zeile 26 - Seite 8, Zeile 13; Abbildung 2 ---	1,4,5,8
A	CH,A,439 205 (CIBA AG) 15.Dezember 1967 siehe das ganze Dokument ---	1,2,5-7
A	EP,A,0 167 303 (E. I. DU PONT DE NEMOURS) 8.Januar 1986 siehe das ganze Dokument -----	1-3,5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- * "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- * "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) ---
- * "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

* "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

* "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30.08.95

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fregosi, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte: nales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01476

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A-2229136	19-09-90	US-A- 4968534 CA-A- 2007826 US-A- 5094886	06-11-90 17-07-90 10-03-92
EP-A-140532	08-05-85	US-A- 4494436 DE-A- 3472378	22-01-85 04-08-88
CH-A-439205		KEINE	
EP-A-167303	08-01-86	US-A- 4640861 CA-A- 1258358 DE-A- 3562333 DK-B- 168732 JP-A- 61040113 KR-B- 9406643 US-A- 4720366	03-02-87 15-08-89 01-06-88 30-05-94 26-02-86 25-07-94 19-01-88